

Manoel Rodrigo Alves dos Santos, Priscilla Morgana Ferreira Guimarães de Figueiredo

Centro Universitário UniAGES, Ciências Biológicas, Laboratório de Práticas Integradas I, Campus de Paripiranga, Avenida Universitária, 23 - Parque das Palmeiras, Cidade Universitária Prof. Dr. Jayme Ferreira Bueno Paripiranga, Bahia, Brasil - CEP 48430-000. E-mail: manoelrodrigo233@gmail.com.

COMPOSIÇÃO E RIQUEZA DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM ÁREAS DE BORDAS E NO INTERIOR DE MATA FRAGMENTADA DE ECOSISTEMA DE TRANSIÇÃO EM SIMÃO DIAS (SE)

COMPOSITION AND WEALTH OF ANTS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) IN BORDER AREAS AND IN THE INTERIOR OF FRAGMENTED FOREST OF TRANSITION ECOSYSTEM IN SIMÃO DIAS (SE)

RESUMO

Os ecossistemas de transição têm profundos efeitos sobre a dinâmica de espécies e comunidades em paisagens modificadas. Com a amplificação das taxas de desmatamento e fragmentação de floresta, muitas espécies estão expostas a estes habitats de borda. A maior exposição às bordas influencia o movimento de indivíduos através da paisagem, a interação entre espécies, a estrutura trófica da comunidade e os fluxos de recursos entre habitats. Nesse sentido, as formigas são fortemente associadas à vegetação e respondem rapidamente às variações ambientais. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a diferença na composição e riqueza de formigas (*Hymenoptera: Formicidae*) em áreas de bordas e interior de mata fragmentada de um ecossistema de transição no município de Simão Dias (SE). Para isso, foram realizadas coletas em três momentos distintos (dezembro/16, janeiro e fevereiro/17). O procedimento metodológico de coleta foi através de armadilhas *pitfall*, que foram distribuídas em dois diferentes ambientes: (1) área de borda; e (2) interior da mata fragmentada. Foram coletado um total de 439 formigas, distribuídas em 6 subfamílias, 22 gêneros e 27 morfoespécies. Desta forma, os resultados permitem concluir que as áreas de bordas apresentaram maior riqueza e exclusividade de espécies quando comparada às áreas do interior da mata, desses ecossistemas estudados.

PALAVRAS-CHAVE: Formigas. Armadilha do tipo *pitfall*. Fragmentos. Borda.

ABSTRACT

Transitional ecosystems have profound effects on the dynamics of species and communities in modified landscapes. With the increase in rates of deforestation and forest fragmentation, many species are exposed to these border habitats. Greater exposure to the edges influences the movement of individuals through the landscape, the interaction between species, the trophic structure of the community and the flows of resources between habitats. In this sense, the ants are strongly associated to the vegetation and respond quickly to the environmental variations. Thus, the objective of this work was to evaluate the difference in composition and richness of ants (*Hymenoptera: Formicidae*) in edge and interior areas of fragmented forest of a transition ecosystem in the municipality of Simão Dias (SE). For this, collections were carried out in three distinct moments (December / 16, January and February / 17). The methodological procedure of collection was through pitfall traps, which were distributed in two different environments: (1) border area; and (2) interior of the fragmented forest. A total of 439 ants were collected, distributed in 6 subfamilies, 22 genera and 27 morphospecies. In this way, the results allow to conclude that the border areas presented greater richness and exclusivity of species when compared to the interior areas of the forest, of these studied ecosystems.

KEYWORDS: Ants. *Pitfall* type trap. Fragments. Edge.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma expressiva diversidade de ecossistemas, devido à grande área física e à diversidade de climas, vegetação e solos existentes em seu território. Dentre os biomas que compõem o território brasileiro, destacam-se, pela grande diversidade biológica, a Floresta Amazônica, Pantanal, Cerrado, Caatinga, Pampas, Mata Atlântica e as zonas costeiras (MMA, 2003). Esses ecossistemas brasileiros abrigam uma porção significativa da biodiversidade mundial, constituindo importantes centros de biodiversidade, pela combinação de altos níveis de riqueza e altas taxas de endemismo (ALEIXO *et al.*, 2010).

Nesse sentido, esses ambientes tendem a apresentar uma comunidade de organismos que se relacionam entre si e com os habitats ao qual pertencem. Ocorrendo, nestes locais, diversas interações entre seres vivos, havendo o transporte de energia e matéria entre eles, além da existência de dependência destes com os fatores abióticos. Dentre esses fatores, as condições ambientais mudam, gradualmente, ao longo de uma gradiente, mas é frequente ocorrer pontos de mudanças abruptas, conhecidos como ecótonos (ODUM, 2011).

Os ecótonos são, portanto, uma zona ecológica estreita que possui uma mistura do florístico e características faunísticas, entre dois diferentes e, relativamente, homogêneos tipos de comunidades ecológicas (ODUM, 2011). São considerados, ainda, como limites entre biomas ou ecossistemas (EWERS *et al.*, 2006). Estas zonas contêm dimensões consideráveis, importantes e variáveis no que se refere ao encontro e interação entre os elementos bióticos e abióticos distintos, conferindo uma biodiversidade única, característica dessas regiões de transição (RICKLEFS, 2013).

O resultado disso pode ser uma transição, uma modificação estrutural e funcional dos ecossistemas na zona de contato. Portanto, essas áreas de contato são consideradas zonas de fronteiras entre tipos de comunidades de plantas, essencialmente ecótonos, caracterizados por mudanças em fatores, como a estrutura florística e faunística, bem como da composição de espécies (FOGGO *et al.*, 2001).

Devido a essa fragmentação das paisagens e o grande número de áreas de ecótonos, grande parte da diversidade está sendo irreversivelmente perdida por causa da destruição dos habitats naturais, especialmente nos trópicos. Uma das principais causas dessas perturbações é a fragmentação de ecossistemas naturais, com posterior perda da diversidade, conseqüentemente (PRIMACK *et al.*, 2001). Nos últimos anos têm se observado um aumento da fragmentação de áreas florestais, a qual pode levar ao efeito de borda, que, segundo Murcia (1995), tende a alterar a distribuição, o comportamento e a sobrevivência de espécies.

As destruições desses habitats adequados significam que muitas populações estão divididas em subpopulações menores, ou populações locais, entre as quais os indivíduos se movem menos frequentemente do que quando o habitat é homogêneo (RICKLEFS, 2013). Nesse caso, algumas espécies animais estão adaptadas às perturbações antrópicas, sendo estes, basicamente, pequenos vertebrados e invertebrados, como os artrópodes, tendendo a dominar os fragmentos e áreas de bordas (TABARELLI *et al.*, 2005).

Os fragmentos florestais não só influenciam a riqueza e a composição de invertebrados, mas também modificam as interações de ordem superior entre artrópodes e outros organismos, pois, esses animais

respondem a variações mais sutis, tanto de habitat quanto de intensidade de impacto (DIDHAM *et al.*, 1996). Podem funcionar como impedimentos ao movimento de organismos em toda a paisagem, assim, implicando nas mais diversas comunidades biológicas, tais como as comunidades de artrópodes (Filo Arthropoda), por exemplo, alterando os mecanismos que controlam suas espécies nas populações (ARAÚJO *et al.*, 2012).

Segundo Copatti *et al.*, (2009), os artrópodes apresentam uma tendência em acompanhar a riqueza vegetal, pois muitos animais dependem direta ou indiretamente desta para sua sobrevivência. Segundo Lutinski *et al.*, (2005), quanto mais elevado for o grau de perturbação de um ecossistema, menor será a diversidade de espécies, incluindo os artrópodes, na maioria dos casos. Isso ocorre porque os artrópodes terrestres demonstram fortes respostas à fragmentação do habitat e, portanto, podem ser indicadores efetivos que fornecerão alertas precoces sobre as consequências ecológicas da fragmentação (KREMEN *et al.*, 1993).

Dentre os representantes do Filo Arthropoda, os insetos são considerados bons indicadores dos níveis de impacto ambiental, devido à sua grande diversidade de organismos e habitats em que podem ser encontrados, além da sua influência nos processos biológicos dos ecossistemas naturais (WINK *et al.*, 2005). Os insetos respondem a praticamente qualquer tipo e intensidade de alteração ambiental, são os melhores indicadores de sua própria condição de conservação e, algumas vezes, da condição de outros grupos, podendo, conseqüentemente, serem bons indicadores do sistema como um todo (FREITAS *et al.*, 2006).

Dentre os insetos, as formigas (*Hymenoptera: Formicidae*) são consideradas invertebradas com papel importante na natureza. Esses animais apresentam uma ampla diversidade, sendo um grupo dominante da fauna terrestre, desempenhando papéis diversos no ambiente, tais como: degradação de matéria orgânica, reciclagem de nutrientes, remoção de sementes e influência nos processos de regeneração florestal (WILSON *et al.*, 2005).

As características que estabelecem com que esse grupo esteja sendo cada vez mais utilizado em estudos ecológicos, de uma forma geral, são: grande abundância, diversidade, dominância, facilidade de amostragem e alta sensibilidade aos distúrbios do ecossistema causados por pastagem, invasão de espécies, incêndios, fragmentação florestal e outras formas de perturbação (MALEQUE *et al.*, 2009).

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo geral avaliar a diferença na composição e riqueza de formigas (*Hymenoptera: Formicidae*) em áreas de bordas e interior de mata fragmentada de um ecossistema de transição no município de Simão Dias (SE). Para tanto, foi preciso analisar a composição e riqueza de formigas nas áreas de bordas e no interior da mata fragmentada, bem como identificar quais espécies são mais abundantes e comuns nessas áreas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em áreas de fragmentos florestais de ecossistemas de transição preservados, sob os domínios de Mata Atlântica e Caatinga, no município de Simão Dias, Sergipe, Brasil (Figura 1). Este município está localizado no extremo oeste do estado de Sergipe, limitando-se ao norte com os municípios de Pinhão e Pedra Mole, a leste com Macambira e Lagarto, a sul com Riachão do Dantas e Lagarto e a oeste com Tobias Barreto, Poço Verde e o Estado da Bahia (BOMFIM, 2002).

O município está inserido no polígono das secas, apresentando um clima do tipo seco e subúmido, temperatura média no ano de 24,1° C, com período seco de setembro a março e período chuvoso de abril a agosto, com precipitação pluvial média anual variando de 1.600 e 1.900 mm (FERREIRA, 2009).

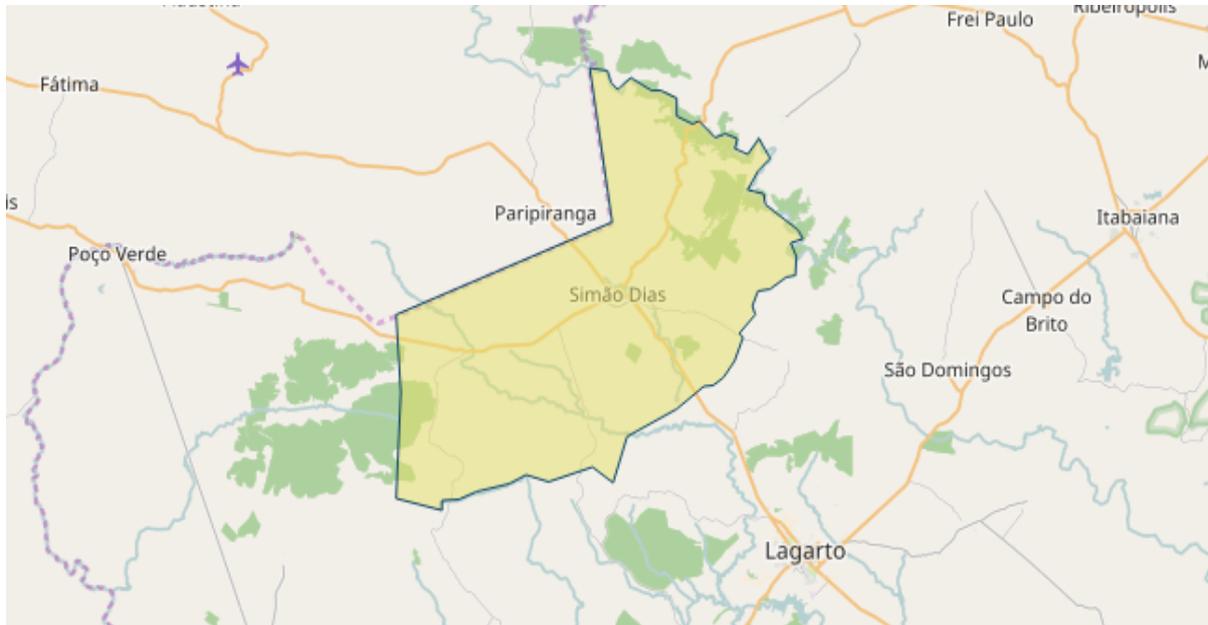


Figura 1: Mapa da localização do município de Simão Dias/SE (Fonte: Google Maps).

As formigas foram coletadas durante os meses de dezembro de 2016 a fevereiro de 2017 em dois ambientes (interior de mata fragmentada e área de borda), em uma fazenda particular que apresenta ecossistemas de transição dos biomas de Mata Atlântica e Caatinga, localizados no município de Simão Dias/SE. Para determinar a composição e riqueza de espécies de formigas presentes nos dois ambientes estudados foram utilizadas armadilhas de queda do tipo *pitfalls* de solo.

Após 48 horas, todos os organismos que caíram nos copos foram levados para triagem, sendo, então, separadas as formigas dos demais artrópodes, e, posteriormente, estas foram armazenadas em frascos com álcool 70%. Após essas etapas, as formigas foram alfinetadas e etiquetadas com os nomes do coletor, local (áreas de borda e interior da mata) e data de coleta. Por fim, foi feita a identificação das formigas em nível de subfamília e gênero, a partir de consulta à chave taxonômica de identificação específica para esses organismos (BACCARO, 2006). Todos esses procedimentos pós-coleta foram realizados no laboratório de Práticas Integradas do Centro Universitário UniAGES.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um total de 439 formigas foram coletadas, distribuídas em 06 subfamílias, 22 gêneros e 27 morfoespécies (Tabelas 1, 2 e 3). Desse total de formigas coletadas, 220 indivíduos ocorreram no interior da

mata (Tabela 1), enquanto que na área de borda foi coletado o número de 219 indivíduos (Tabela 2), não representando, portanto, diferença significativa entre a abundância de formigas nas duas áreas.

Dentre as subfamílias mais abundantes, destaca-se a *Myrmicinae*, com 145 indivíduos coletados no interior da mata fragmentada e 136 nas áreas de borda. A segunda subfamília mais abundante foi a *Ponerinae*, com 33 e 31 indivíduos no interior da mata e nas áreas de borda, respectivamente (Tabelas 1 e 2).

INTERIOR DA MATA FRAGMENTADA				
SUBFAMÍLIA	Dezembro/16	Janeiro/17	Fevereiro/17	Abundância total
<i>Dolichoderinae</i>	0	1	0	1
<i>Formicinae</i>	8	1	0	9
<i>Ectatomminae</i>	9	9	4	22
<i>Myrmicinae</i>	44	65	36	145
<i>Ponerinae</i>	19	8	6	33
<i>Pseudomyrmecinae</i>	5	5	0	10
Total:	85	89	46	220

Tabela 1: Número de formigas coletadas no interior da mata fragmentada nos três meses de coleta.

A subfamília mais frequente também foi a *Myrmicinae*, com 15 morfoespécies inseridas em 12 gêneros diferentes, seguida pelas subfamílias *Formicinae* (04 morfoespécies; e 3 gêneros), *Ponerinae* (com 03 morfoespécies, inseridas em 03 gêneros), *Ectatomminae* (03 morfoespécies e 02 gêneros distintos) *Pseudomyrmecinae* e *Dolichoderinae* (ambas com 01 morfoespécie).

ÁREA DE BORDA				
SUBFAMÍLIA	Dezembro/16	Janeiro/17	Fevereiro/17	Abundância total
<i>Dolichoderinae</i>	4	0	3	7
<i>Formicinae</i>	6	4	3	13
<i>Ectatomminae</i>	11	8	4	23
<i>Myrmicinae</i>	48	58	30	136
<i>Ponerinae</i>	13	15	4	31
<i>Pseudomyrmecinae</i>	3	5	0	8
Total:	85	90	44	219

Tabela 2: Número de formigas coletadas nas áreas de borda nos três meses de coleta.

Os resultados encontrados no presente trabalho foram semelhantes aos de Ramos *et al.* (2003); Marinho *et al.* (2002) e Santos *et al.* (2006), em relação ao domínio da subfamília *Myrmicinae*, apresentando a maior riqueza de morfoespécies e maior abundância de indivíduos. Isso pode ser explicado pelo fato de esta ser a mais abundante e apresentar a maior diversidade em regiões tropicais e subtropicais (FOWLER *et al.*, 1991) e ainda por serem um grupo de formigas muitos adaptáveis aos mais diversos nichos ecológicos

(BACCARO *et al.*, 2015). Nesse caso, algumas espécies de formigas se adaptaram ao stress no ambiente, podendo ser encontradas tanto em áreas de borda como no interior do fragmento (SILVA, 2012).

Portanto, a composição de espécies de formigas parece manter um padrão e sofrer grande variação entre a região de transição, o centro da floresta, e apresentar, muitas vezes, populações distintas entre um ambiente e outro (LESSARD *et al.*, 2005; PETER *et al.*, 2003). Além disso, a dinâmica das espécies de formigas também responde à borda (EWERS *et al.*, 2006). Nesse caso, as formigas tendem a ser mais concentradas em área de borda, feitas por fragmentação do habitat. Pode haver várias razões pelas quais as formigas preferem as margens de uma borda, pois as permitem forragear em ambos os habitats e escolhê-los de acordo com as fontes alimentares mais frequentes ou melhores condições microclimáticas (HOLEC *et al.*, 2006).

Nos estudos de Sobrinho *et al.* (2007), têm-se que as formigas mostraram que essas comunidades podem responder a efeitos de borda, que alteram a riqueza ou composição das espécies. Provavelmente, não há um padrão definido sobre como as bordas podem afetar as comunidades de formigas, porque os resultados obtidos parecem ser controversos. A abundância de formigas pode manter inalterada ou aumentar nas bordas. Da mesma forma, a riqueza de espécies pode aumentar ou diminuir (CARVALHO *et al.*, 1999; KOTZE *et al.*, 2001).

Nesse sentido, a diferença encontrada na diversidade de espécies entre os fragmentos pode ter tido influência da borda, pois esta, sendo considerado um ambiente de transição entre dois ecossistemas distintos ecologicamente, pode estar funcionando como porta de entrada para espécies, assim, pode aumentar a riqueza de espécies no interior dos fragmentos (SANTOS *et al.*, 2006). Esses resultados assemelham-se aos observados por Dias *et al.* (2008); Coelho *et al.* (2006) e Soares *et al.* (2010).

4. CONCLUSÕES

A área de borda apresentou maior riqueza de morfoespécies, como foi falado antes, em relação ao interior da mata fragmentada, que teve um número menor. Portanto, nos resultados pode-se observar que as formigas são encontradas nos dois ambientes. Isso se explica pelo fato delas se adaptarem com facilidade a esses ambientes perturbados, contribuindo, dessa forma, para sua distribuição em diversos locais. Assim, os resultados deste trabalho cooperam para o conhecimento da diversidade de formigas no município de Simão Dias/SE e pode fornecer importantes informações sobre a diversidade que existe no país, que, apesar de ser considerado diverso, ainda possui imensas lacunas a serem preenchidas.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, A. L. P., ALBERNAZ, A. L. K. M., GRELLE, C. E. V. VALE. M. M., & RANGEL, T. F. Mudanças climáticas e a biodiversidade dos biomas brasileiros: passado, presente e futuro.

Natureza & Conservação, v. 8, n. 2, p. 194-196, 2010.

ARAÚJO, Walter Santos; Do Espírito-Santo FILHO, Kleber. Edge effect benefits galling

- insects in the Brazilian Amazon. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, n. 11, p. 2991-2997, 2012.
- BACCARO, F. B., FEITOSA, R. M., FERNÁNDEZ, F., FERNANDES, I. O., IZZO, T. J., SOUZA, J. L. P., & SOLAR, R. Guia para os gêneros de formigas do Brasil. **Manaus: Editora INPA**, 2015.
- BACCARO, F. Beggiato. Chave para as principais subfamílias e gêneros de formigas (Hymenoptera: Formicidae). **Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia-INPA, Programa de pesquisa em Biodiversidade-PPBIO, Faculdades Cathedral. Manaus**, 2006.
- BOMFIM, L. F. Costa; COSTA, Ivanaldo Vieira Gomes da; BENVENUTI, Sara Maria. **Projeto cadastro da infraestrutura hídrica do Nordeste**. Estado de Sergipe. Diagnóstico do município de Simão Dias, 2002.
- CARVALHO, K. S.; VASCONCELOS, H. L. Forest fragmentation in central Amazônia and its effects on litter-dwellign ants. **Biological Conservation**, Oxford, v. 91, p. 151-157, 1999.
- COELHO, I. R.; RIBEIRO, S. P. Environment heterogeneity and seasonal effects in ground-dwelling ant (Hymenoptera: Formicidae) assemblages in the Parque Estadual do Rio Doce, MG, Brazil. **Neotrop. Entomol.**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 19-29, Feb. 2006 .
- COPATTI, Carlos Eduardo; DAUDT, Clarissa Rocha. Diversidade de artrópodes na serapilheira em fragmentos de mata nativa e *Pinus elliottii* (Engelm. Var *elliottii*). **Ciência e Natura**, v. 31, n. 1, p. 95, 2009.
- DIAS, N. S., ZANETTI, R., SANTOS, M. S., LOUZADA, J., & DELABIE, J. Interação de fragmentos florestais com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). **Iheringia, Série Zoológica**, v. 98, n. 1, p. 136-142, 2008.
- DIDHAM, R. K., GHAZOUL, J., STORK, N. E., & DAVIS, A. J. Insects in fragmented forests: a functional approach. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 11, n. 6, p. 255-260, 1996.
- EWERS, R. M.; DIDHAM, R. K. Continuous response functions for quantifying the strength of edge effects. **Journal of applied ecology**, v. 43, n. 3, p. 527-536, 2006.
- FERREIRA, Anthony Santana; DANTAS, Mário André Trindade; DONATO, Christiane Ramos. Ocorrência de *Leptodactylus vastus* Lutz, 1930 (AMPHIBIA-ANURA: LEPTODACTYLIDAE) na caverna Toca da Raposa, Simão Dias, Sergipe. In: **Proceedings of the 30 Congresso Brasileiro de Espeleologia, Minas Gerais**. 2009.
- FOGGO, A., OZANNE, C. M., SPEIGHT, M. R., & HAMBLER, C. Edge effects and tropical forest canopy invertebrates. **Plant Ecology**, v. 153, n. 1-2, p. 347-359, 2001.
- FOWLER, H. G., FORTI, L. C., BRANDÃO, C. R. F., DELABIE, J. H. C., & VASCONCELOS, H. L.. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZI A. R; PARRA J. R.P. (Eds), **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991, p. 131 - 223.
- FREITAS, A. V. L., LEAL, I. R., UEHARA-PRADO, M., & IANNUZZI, L. Insetos como indicadores de conservação da paisagem. **Biologia da Conservação: Essências**. São Carlos, RiMa Editora, p. 357-384, 2006.
- HOLEC, Michal; FROUZ, Jan; POKORNÝ, Richard. The influence of different vegetation patches on the spatial distribution of nests and the

- epigeic activity of ants (*Lasius niger*) on a spoil dump after brown coal mining (Czech Republic). **European journal of soil biology**, v. 42, n. 3, p. 158-165, 2006.
- KOTZE, D. J.; SAMWAYS, M. J. No general edge effects for invertebrates at Afromontane forest/grassland ecotones. **Biodiversity and Conservation**, Dordrecht, v. 10, p. 443-466, 2001.
- KREMEN, C., COLWELL, R. K., ERWIN, T. L., MURPHY, D. D., NOSS, R. A., & SANJAYAN, M. A. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. **Conservation biology**, v. 7, n. 4, p. 796-808, 1993.
- LESSARD, J. P.; BUDDLE, C. M. The effects of urbanization on ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) associated with the Molson Nature Reserve, Quebec. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 137, n. 2, p. 215-225, 2005.
- LUTINSKI, Junir. A.; GARCIA, Flávio Roberto Mello. Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, v. 18, n. 2, p. 73-86, 2005.
- MALEQUE, M. Abdul; MAETO, Kaoru; ISHII, Hiroaki T. Arthropods as bioindicators of sustainable forest management, with a focus on plantation forests. **Applied entomology and zoology**, v. 44, n. 1, p. 1-11, 2009.
- MARINHO, C. G. S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C.; SCHLINDWEIN, N.; RAMOS, L. S. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. **Iheringia**, 96: 95-101. 2006.
- SILVA, E. A. **Efeito de borda sobre a comunidade de formigas em remanescentes de mata atlântica nordestina em relação ao agroecossistema de cana-de-açúcar** / Emanuel Rodrigo de Albuquerque Silva – Recife, 2012.70
- Formicidae) da serrapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e áreas de cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 187-195, 2002.
- MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trend in Ecology and Evolution**, v. 10, p. 58-62, 1995.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. RAMBALDI, D.M.; OLIVEIRA, D.A.S. (Orgs.). Brasília: MMA/SBF, 2003.
- PETERS, M.; OBERRATH, R.; BOHNING-GAESE, K. Seed dispersal by ants: are seed preferences influenced by foraging strategies or historical constraints? **Flora**, v. 198, n. 6, p. 413-420, 2003.
- PRIMACK, Richard. B.; RODRIGUES, Efraim. Biologia da conservação. In: **Biologia da conservação**. 2001.
- RAMOS, L. D. S., MARINHO, C. G., ZANETTI, R., DELABIE, J. H., & SCHLINDWEIN, M. N. Impacto de iscas granuladas sobre a mirmecofauna não-alvo em eucaliptais segundo duas formas de aplicação. **Neotropical Entomology**, v. 32, n.2, p. 231-237, 2003.
- RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 2013, 503p.
- SANTOS, M. S.; LOUZADA, J. N. C.; DIAS, N.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C. & NASCIMENTO, I. C.. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata f.: Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Ciência Florestal, Recife, 2012.
- SOBRINHO T. G. & SCHOEREDER, J. H. Does fragmentation alter species composition in ant communities (Hymenoptera: Formicidae)?. **Sociobiology**, v. 42, n. 2, p. 329-342, 2007.

SOARES, S. A., ANTONIALLI-JUNIOR, W. F. & LIMA-JUNIOR, S. E. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em dois ambientes no Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 54: 76-81. 2010.

TABARELLI, Marcelo; GASCON, Claude. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 181-188, 2005.

ODUM, Eugene P. **Ecologia Básica**; ed. Guanabara, Rio de Janeiro, 2013.

WILSON, Edward O. HÖLLDOBLER, Bert. The rise of the ants: A phylogenetic and ecological explanation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 102, n. 21, p. 7411, 2005.

WINK, C.; GUEDES, J. W. C.; FAGUNDES, C. K. ; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental Soilborne insects as indicators of environmental quality. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n. 1, p. 60-71, 2005.